



HAL
open science

N'EDU : Créations de ressources pédagogiques pratiques sur la gestion de l'azote en agriculture.

Julien Gaillard, Caroline Le Roux, Jean-Yves Cahurel, - Grynina-Bousquet B, Mathilde Heurtaux, Christine Leclercq, Aurélie Maurice, Christian Revalier, J.P Teyssandier, Nathalie Vassal, et al.

► To cite this version:

Julien Gaillard, Caroline Le Roux, Jean-Yves Cahurel, - Grynina-Bousquet B, Mathilde Heurtaux, et al.. N'EDU : Créations de ressources pédagogiques pratiques sur la gestion de l'azote en agriculture.. Innovations Agronomiques, 2018, 63, pp.257-266. 10.15454/1.5191172873660706E12 . hal-02625076

HAL Id: hal-02625076

<https://hal.inrae.fr/hal-02625076v1>

Submitted on 26 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

N'EDU : Créations de ressources pédagogiques pratiques sur la gestion de l'azote en agriculture

Gaillard J.¹, Le Roux C.², Cahurel J.Y.³, Grynia-Bousquet B.⁴, Heurtaux M.⁵, Leclercq C.⁶, Maurice A.⁷, Revalier C.⁹, Teyssandier J.P.¹⁰, Vassal N.¹¹, GuiardVan Laethem C.¹

Avec la participation de :

Baradel T.¹², Battaglia A.M.¹³, Berthomier S.⁷, Broue T.¹⁴, Dardoise S.¹⁵, Damay N.², Gascoin F.¹⁶, Goldberg V.¹⁰, Huard C.¹⁷, Jacquin F.X.¹⁸, Jehanno V.¹⁹, Menet A.¹⁰, Meyer L.⁷, Pellerin R.⁷, Parnaudeau V.⁸, Pujos A.¹⁴, Sagot S.², Sanchez F.²⁰, Servain F.², Van Vaerenbergh C.¹

¹ Chambre d'agriculture de l'Aisne, 1 rue René Blondelle, F-02007 Laon

² LDAR, pôle du Griffon, 180 rue Pierre-Gilles de Gennes, Barenton-Bugny, F-02007 Laon

³ IFV, 210 boulevard Vermorel, CS 60320, F-69661 Villefranche sur Soane Cedex

⁴ ENSFEA, 2 route de Narbonne, F-31326 Castanet-Tolosan

⁵ Acta - les instituts techniques agricoles, 149 rue de Bercy, F-75595 Paris

⁶ UniLaSalle, 19 rue Pierre Waguet, F-60026 Beauvais

⁷ AgroSup Dijon, 26 boulevard Docteur-Petitjean, F-21079 Dijon

⁸ INRA, Agrocampus Ouest, 65 rue de Saint Briec, F-35042 Rennes

⁹ Chambre d'agriculture du Loiret, 13 avenue des Droits de l'Homme, F-45921 Orléans

¹⁰ Bergerie Nationale de Rambouillet, Parc du Château, F-78514 Rambouillet

¹¹ VetAgro Sup, 89 avenue de l'Europe, F-63370 Lempdes

¹² EPL Rouffach, 8 aux remparts, F-68250 Rouffach

¹³ EPL de l'Oise, F-60600 Airion

¹⁴ EPL Toulouse, 2 route de Narbonne, F-31326 CastanetTolosan

¹⁵ EPL Châlons en Champagne, RD3, F-51460 Somme Vesle

¹⁶ EPL de Chartres, La Saussaye, F-28630 Sours

¹⁷ EPLEFPA de Fontaines Sud Bourgognes, 10 la Platière, F-71150 Fontaines

¹⁸ DGER, Inspection de l'académie agricole, 1 ter avenue de Lowendal, F-75700 Paris

¹⁹ EPL de Castelnaudary, 935 avenue du Docteur Laënnec, F-11491 Castelnaudary

²⁰ EPL de Carcassonne, route de Saint Hilaire, F-11000 Carcassonne

Correspondance : julien.gaillard@ma02.org

Résumé

Face aux enjeux de la fertilisation azotée (accroissement de la demande alimentaire, exigences de qualité, limitation des impacts environnementaux...), il est indispensable de généraliser les outils d'aide à la décision (OAD) en les rendant plus transparents et lisibles pour les utilisateurs. « N'EDU » est un projet issu du Réseau Mixte Technologique « Fertilisation & Environnement ». Il s'est appuyé sur un partenariat réunissant organismes de recherche, de formation continue et initiale en agriculture et de conception d'outils pédagogiques. Son objectif principal était de faciliter l'appropriation des nouvelles connaissances disponibles sur le cycle biogéochimique de l'azote par les apprenants.

Sur un plan méthodologique, le projet s'est appuyé sur une démarche d'identification des besoins avec notamment la réalisation d'enquêtes.

N'EDU a permis de concevoir et déployer un logiciel pédagogique et d'autres ressources didactiques destinés aux formateurs afin de faciliter le transfert des connaissances vers les agriculteurs, les conseillers agricoles et les étudiants.

Le logiciel N'EDU, basé sur AzoFert®, est accessible en ligne (www.nedu.fr). Son ergonomie repensée par et pour l'enseignement permet aux apprenants d'appréhender, par la manipulation, les principes de la méthode du bilan.

Six ressources « Educagrinet » ont été produites autour de la thématique de l'azote. Ce sont des supports pédagogiques de type cours synthétiques accessibles en ligne, utilisables pour de la formation à distance (www.editions.educagri.fr).

Mots-clés : Azote ; modélisation ; formation ; transfert ; logiciel pédagogique

Abstract: "N'EDU": Creation of practical pedagogical resources on nitrogen management in agriculture

"N'EDU" is a project from the RMT (joint technological network) "Fertilization & Environment". It is based on a partnership of research organizations, professional and initial training in agriculture institutions and designers of teaching tools. Its main focus is the creation of training courses associated with teaching resources to facilitate the quick appropriation by learners of new knowledge available on the nitrogen biogeochemical cycle.

Methodologically, the project was based on a process of identifying needs, including the conduct of pre-production surveys.

N'EDU allowed to design and deploy a pedagogical software and other educational resources for trainers to facilitate the transfer of knowledge to farmers, agricultural advisors and students.

The N'EDU software is an educational software available online (www.nedu.fr) based on AzoFert®. With ergonomics rethought by and for teaching, it allows learners to grasp by manipulation the principles of the nitrogen balance sheet method.

Six "Educagrinet" resources were produced around the nitrogen theme. These are educational materials of synthetic courses accessible online, usable for distance training (www.editions.educagri.fr).

Keywords: Nitrogen; modelling; training; transfer; educational software

Contexte et objectifs du projet

Face aux enjeux de la fertilisation azotée (accroissement de la demande alimentaire, exigences de qualité, limitation des impacts environnementaux...), il est indispensable de généraliser les outils d'aide à la décision (OAD) en les rendant plus transparents et lisibles pour les utilisateurs afin de faciliter leur acceptation et leur utilisation.

Le projet N'EDU vise à rendre les conseils ou indicateurs environnementaux proposés par ces outils plus compréhensibles par les utilisateurs et, de fait, acceptés par ceux qui mettent en œuvre les conseils de fertilisation. Pour ce faire, les organismes de formation ont tenu à mettre au point les outils nécessaires à cette appropriation. Pour l'enseignement initial, il s'agit de s'assurer que les étudiants maîtrisent, à la fin de leur formation, les connaissances nécessaires à la compréhension des outils qu'ils seront amenés à utiliser en tant que professionnels. Pour la formation continue des agriculteurs, les formateurs souhaitent disposer des éléments facilitant la compréhension des outils et la transmission des dernières connaissances sur le cycle biogéochimique de l'azote et leur application pratique.

Les objectifs du projet sont donc de diffuser les nouvelles connaissances par (i) la création de parcours pédagogiques de formation associés à diverses ressources pédagogiques adaptées à différents publics cibles : conseillers et techniciens, agriculteurs, élèves et étudiants en agriculture, enseignants, et (ii) une meilleure compréhension des OAD par l'exemple d'AzoFert® en gardant la précision du modèle mais en facilitant l'accès via l'ergonomie.

1. Méthode

Le projet, issu du Réseau Mixte Technologique Fertilisation et Environnement, s'appuie sur un partenariat réunissant organismes de recherche (LDAR, INRA, IFV), de conseils et de formation continue pour un public d'agriculteurs (Chambres d'agriculture de l'Aisne et du Loiret), de formation initiale en agriculture du niveau BAC pro à ingénieur (Lycées agricoles représentés par la Bergerie Nationale de Rambouillet, UniLasalle, VetAgroSup), de formations de formateurs (ENSFEA), et de production et édition d'outils pédagogiques (AgroSup Dijon, Eduter/Educagri Editions).

Il repose sur un programme de travail structuré dont l'objectif était la création et la mise en œuvre de parcours de formation associés à des ressources pédagogiques, destinés à faciliter l'appropriation des nouvelles connaissances disponibles sur le cycle biogéochimique de l'azote par les différents apprenants.

1.1 Identification des besoins de parcours pédagogiques par catégorie d'utilisateurs

Afin d'adapter au mieux les parcours pédagogiques et ressources associées aux différents publics de formateurs et apprenants, une première étape d'identification du niveau actuel de connaissance et de recensement des besoins était nécessaire. Dans un premier temps, douze auditions ont été menées auprès de différents usagers potentiels (conseillers agricoles et enseignants). Les réponses recueillies lors de ces entretiens ont servi de base, avec les référentiels de formation et de diplôme, pour construire un questionnaire d'enquête à destination d'un panel plus large. Ils ont notamment montré la nécessité de réaliser des questionnaires d'enquêtes spécifiques aux trois publics que sont les conseillers agricoles, les enseignants des établissements d'enseignement agricole (jusqu'au niveau BTS) et les enseignants du supérieur (école d'ingénieur, licence, master).

L'enquête a été réalisée en ligne et par téléphone. Les questionnaires ont été construits avec un maximum de questions fermées afin d'en faciliter l'exploitation. Les questions posées avaient pour objectif d'identifier :

- Les types de publics auxquels s'adressent les formations sur l'azote : élèves, étudiants, agriculteurs, techniciens, administratifs, etc., en formation initiale ou continue et leur niveau
- Les niveaux de formation : sensibilisation, approfondissement, spécialisation, etc.
- L'organisation des sessions de formation : conférences, journées, modules, etc.
- Le contenu des formations (par mots clés) et les situations d'apprentissage prévues (durée de la séquence, répartition entre cours, travaux pratiques et travaux dirigés)
- Les ressources utilisées par les formateurs lors des sessions de formation et pour leur propre compte
- Les difficultés rencontrées par les formateurs et les apprenants
- Les besoins en ressources complémentaires.

81 personnes ont répondu à l'enquête, représentant 163 situations de formation. Cette enquête a mis en évidence qu'une grande proportion de formateurs utilise peu les ressources mises à leur disposition sur Internet (plus de 50%) et ignore les logiciels professionnels (presque 100%). Les outils d'aide à la décision pratiques sont beaucoup plus fréquemment utilisés (bilan papier, règle Colza, N'tester®, etc...).

À la question des difficultés rencontrées par les formateurs pour enseigner sur la thématique de l'azote, la première réponse est l'hétérogénéité du niveau du public à former. L'accès aux documentations semble assez facile, mais certains formateurs reconnaissent ne pas maîtriser parfaitement le sujet, manquer d'expérience de terrain et avoir des difficultés à mettre en œuvre des situations pratiques. La

difficulté d'accès aux références locales est également mentionnée surtout dans l'enseignement technique agricole. A ceci s'ajoutent, pour certains, des problèmes logistiques (budget, logiciels payants, accès à des salles informatiques). Les formateurs identifient également un certain nombre de difficultés chez les apprenants quelque soit le niveau du public auquel ils s'adressent : la maîtrise des calculs de base, le manque de prérequis, les capacités de schématisation, etc... Si on peut s'attendre à rencontrer ces faiblesses dans les filières pré-baccalauréat, on s'interroge davantage pour les filières post-bac.

Les formateurs n'ont pas recours aux mêmes documentations pour la préparation de leurs interventions et pour assurer la veille scientifique. Ainsi, l'enseignement supérieur s'appuie davantage sur les publications scientifiques, les publications du CORPEN ou du COMIFER. L'enseignement technique agricole va multiplier ses sources et privilégier des documents de Chambres d'agriculture, des ouvrages tel que ceux de Dominique Soltner et s'appuie peu sur les publications du GREN (Groupe Régional d'Expertise Nitrates). Enfin, le conseil agricole se réfère essentiellement à la méthode du COMIFER, aux publications des GREN et du CORPEN ainsi qu'aux documents de Chambres d'agriculture disponibles en ligne.

Les demandes des formateurs en ressources sont très variées et peuvent prendre différentes formes : vidéos, diaporamas, photos, logiciels, etc... Elles passent en particulier par un besoin de recensement des ressources déjà existantes avant d'en créer d'autres. Toutefois, les formateurs sont davantage à la recherche d'outils et de ressources que de parcours pédagogiques à utiliser « clé en main ». Si le conseil agricole et l'enseignement supérieur demandent d'accéder à des logiciels professionnels de calcul de bilan azoté, que ce soit en ligne ou sur postes fixes, l'enseignement technique est moins demandeur car confronté souvent à des problèmes de salles et de budget pour des outils payants. Des demandes de formations émanent de tous les formateurs sur la prise en main de logiciels et d'outils.

1.2 Réalisation de parcours pédagogiques et des ressources afférentes

Les enquêtes réalisées auprès des enseignants ont montré leur volonté de maîtriser le contenu et le déroulé des parcours de formation. Les enseignants de lycées participants au projet N'EDU ont confirmé cet aspect : l'un des objectifs du projet, à savoir la création de parcours pédagogiques applicables tels quels n'est pas pertinent, ils souhaitent des ressources à assembler et des exemples de parcours.

Dans le but de rédiger ces exemples de parcours, la Bergerie Nationale, forte de son expérience, a proposé un cahier des charges se présentant sous la forme d'une grille descriptive des séquences pédagogiques. Cette grille doit permettre de décrire le déroulé des séquences pédagogiques séance par séance (objectifs, scénarios...) y compris les ressources mobilisées (Figure 1).

N'EDU prévoyait la conception et la production d'une gamme de ressources pédagogiques (diaporama, manuels, TP et TD...) en fonction des besoins relevés dans les enquêtes et mobilisés dans les exemples de parcours pédagogiques.

Néanmoins dès la conception du projet faisant suite aux travaux menés au niveau du RMT Fertilisation & Environnement, et donc sans attendre les résultats de l'enquête, deux catégories de ressources à créer ont été définies : les ressources en ligne Educagrinet et le logiciel pédagogique basé sur l'OAD (Outil d'Aide à la Décision) professionnel AzoFert®. Les ressources en ligne Educagrinet correspondent à des supports de formation sur internet pouvant être utilisés pour de l'autoformation à distance.

Si le logiciel pédagogique répond clairement à une attente des formateurs comme l'a confirmé l'enquête, le besoin de supports pour de la formation à distance a été, dans un premier temps, remis en question. En effet, les enseignants impliqués dans le projet souhaitaient mettre au point des ressources pouvant être valorisés dans leur propre enseignements et non pour de l'enseignement à distance. La possibilité de les valoriser en présentiel a été une condition *sine qua non* de l'implication des enseignants dans le projet.



N'EDU : les parcours de formation et les séquences

Parcours de formation N-EDU niveau ¹: _____ Cycle de formation : _____

Séquence : ensemble continu ou discontinu de séances articulées entre elles dans le temps et organisées en vue d'atteindre les capacités visées par les référentiels.

Séquence n°1	Titre :	Capacités²:
Objectifs ³		
Situation d'évaluation en fin de séquence		
Pré requis ⁴		

Contexte et intentions de l'enseignant :	
---	--

¹ préciser le niveau de la classe concernée
² préciser les capacités correspondantes dans le référentiel et également les modules alimentant la séquence
³ préciser les objectifs de la séquence, et non pas les intentions des enseignants : à la fin de la séquence, l'élève/étudiant devra être capable de ...
⁴ prérequis = ensemble des connaissances nécessaires pour que l'élève puisse aborder une séance ou une séquence. Ces prérequis sont censés avoir été

Séances n° et titre	Objectifs ⁵	Nature de la séance ⁶	Lien avec d'autres disciplines	Scénario de la séance ⁷	Matériel nécessaire	Durée	Situation d'évaluation	Ressources	
								Ressources mobilisées ⁸	Commande N-EDU ⁹
Séance n°1									
Séance n°2									
Séance n°3									
Séance n°4									
Séance n°5									

⁵ préciser les objectifs de la séance, et non pas les intentions des enseignants : à la fin de la séance, l'élève/étudiant devra être capable de ...
⁶ Exemples : TP, TD, Laboratoire, Terrain, Salle Informatique
⁷ plan détaillé de la séance, avec des mots clés permettant de comprendre le contenu à faire passer, questionnements structurants la séance, points de certitude, points de questionnement, notions délicates à faire passer
⁸ ressources mobilisées : préciser le type de ressource, auteur, adresse en ligne, etc.
⁹ préciser le fond (contenu détaillé) et la forme (poster, diaporama, logiciel en ligne, etc.) de la ressource

Figure 1 : Grille descriptive des séquences pédagogiques

Ces deux types de ressources demandant une part importante de développement informatique et donc de temps (conception, programmation, tests...), elles ont bénéficié d'un traitement prioritaire sur les parcours et autres ressources.

1.2.1 Ressources en ligne Educagrinet

La nature de ces ressources n'étant initialement pas claire pour l'ensemble des partenaires, Educagri Editions a dans un premier temps présenté des exemples de ressources déjà en ligne issues de leur catalogue ainsi que les attentes vis à vis du cahier des charges.

Les partenaires, et notamment les enseignants, réunis en séminaire de travail, ont choisis les thématiques pouvant bénéficier du support Educagrinet ainsi que les publics cibles. Puis ils se sont organisés en équipes d'auteurs et relecteurs ayant la charge d'une ou plusieurs ressources Educagrinet.

Les projets de ressources ont fait l'objet de nombreux aller-retour entre auteurs, relecteurs et éditeurs et ont fait l'objet d'importants travaux d'éditions (harmonisation entre les ressources, vérification du respect de la ligne éditoriale, assemblage, iconographie, glossaire...) avant d'être définitivement validés collégialement par les partenaires de N'EDU.

1.2.2 Logiciel pédagogique N'EDU

AzoFert® est un outil d'aide à la décision qui fournit un conseil sur la fertilisation azotée des cultures à la parcelle. Mis au point par l'INRA (Laon-Reims-Mons) et le LDAR, il est basé sur la méthode d'un bilan d'azote minéral complet dynamique. A partir d'une mesure du reliquat d'azote minéral, il permet de calculer la dose optimale d'azote à apporter à une parcelle. L'outil intègre les dernières connaissances agronomiques. Il estime notamment, en fonction du climat de l'année (avant la date d'ouverture du bilan), la dynamique temporelle des fournitures d'azote, la minéralisation nette de l'azote de l'humus du sol et des différentes sources organiques, la lixiviation des nitrates, la volatilisation et l'organisation microbienne de l'engrais.

En amont du projet N'EDU, des groupes de travail ont été mis en place, dans le cadre du RMT Fertilisation et Environnement, sur les questions d'appropriation de l'outil AzoFert®. Ils ont permis la mise au point d'une séance de travaux dirigés (TD) AzoFert® consistant en l'exploration et l'analyse comparée de sorties du logiciel lorsque l'on fait varier une donnée d'entrée et d'un livret de vulgarisation (Machet et al., 2008). Ces travaux ont montré l'intérêt d'AzoFert® pour renforcer les connaissances sur la dynamique de l'azote dans le sol et pour appréhender les influences du sol, du climat, des choix et des techniques culturales. Il développe les capacités de l'apprenant à lire, interpréter et expliquer les résultats issus d'un outil professionnel complexe et innovant.

Cependant, si le système de gestion du logiciel est bien adapté à une utilisation par un laboratoire, il n'est pas adapté à un usage pédagogique. Pour être facilement utilisable par des apprenants comme exemple de modèle de simulation dynamique des différents postes du bilan, il était donc nécessaire de le rendre plus didactique, tant dans les interfaces d'entrée que dans les interfaces de sortie.

Dans un premier temps, un cahier des charges a été établi pour la partie informatique et les situations agronomiques types sur lesquelles il est souhaitable d'établir les simulations.

L'ensemble des partenaires du projet N'EDU a d'abord listé les fonctionnalités attendues du logiciel, parmi lesquelles :

- Permettre de saisir les données d'entrée nécessaires pour établir un conseil de fumure AzoFert®
- Permettre de visualiser les postes du bilan après calcul par AzoFert®
- Permettre de comparer les simulations pour différents scénarii
- Permettre la découverte du raisonnement de la fumure azotée par la méthode du bilan prévisionnel
- Différencier de 2 niveaux d'apprenants : « niveau découverte » (Bac Pro, agriculteurs) et « niveau expert » (ingénieurs, conseillers, étudiants BTS et licence pro)
- Avoir 2 profils d'utilisateurs : apprenants et formateurs (profil administrateur)
- Expliquer la notion de jours normalisés
- Expliquer les calculs de minéralisation en lien avec les jours normalisés

Les experts informatiques et spécialistes d'AzoFert® membres du projet N'EDU ont travaillé sur l'écriture du cahier des charges du futur logiciel pédagogique afin de satisfaire les demandes de fonctionnalités des formateurs dans un périmètre contraint. En effet, le temps disponible et les possibilités offertes par le mode de fonctionnement informatique (saisie des données d'entrée et affichage des données de sortie sur une interface pédagogique, transfert des données par flux web et traitement par le moteur de calcul d'AzoFert® hébergé au LDAR) étaient limitants.

Il a fallu également garder à l'esprit que l'outil aurait une vocation pédagogique et ne devait en aucun cas permettre l'établissement d'un conseil de dose applicable en situation réelle.

Certaines concessions ont donc été faites, notamment sur les fonctionnalités relatives aux calculs de jours normalisés.

2. Résultats

2.1 Parcours pédagogiques

La priorité ayant été donnée à la réalisation des ressources pédagogiques, seuls deux exemples de parcours ont été rédigés en suivant la grille descriptive des parcours pédagogiques faisant office de cahier des charges : « L'azote dans la plante » pour un cycle de formation de niveau STAV / Bac Pro et « Gestion territoriale de l'azote » pour un niveau ingénieur. Ces exemples ont fait l'objet de présentation en séminaires de travail mais n'ont pas été validés collectivement et ne figurent donc pas dans les livrables du projet.

2.2 Ressources en ligne Educagrinet

Six ressources en ligne ont été créées :

- La dynamique de l'azote à l'échelle du système de culture
- La dynamique de l'azote à l'échelle de la parcelle
- La méthode du bilan prévisionnel
- Les enjeux environnementaux de la gestion de l'azote
- Les outils de pilotage de la fertilisation azotée
- L'azote dans les matières fertilisantes

Elles sont disponibles en ligne via la plateforme Educagri. Ces supports pédagogiques se présentent sous la forme de cours synthétiques. Le format est adapté à la navigation web. Les cours sont illustrés par des photos et des schémas dynamiques (Figure 2). Ils intègrent un glossaire et l'ensemble des références bibliographiques utilisées y compris des liens vers des sources externes.

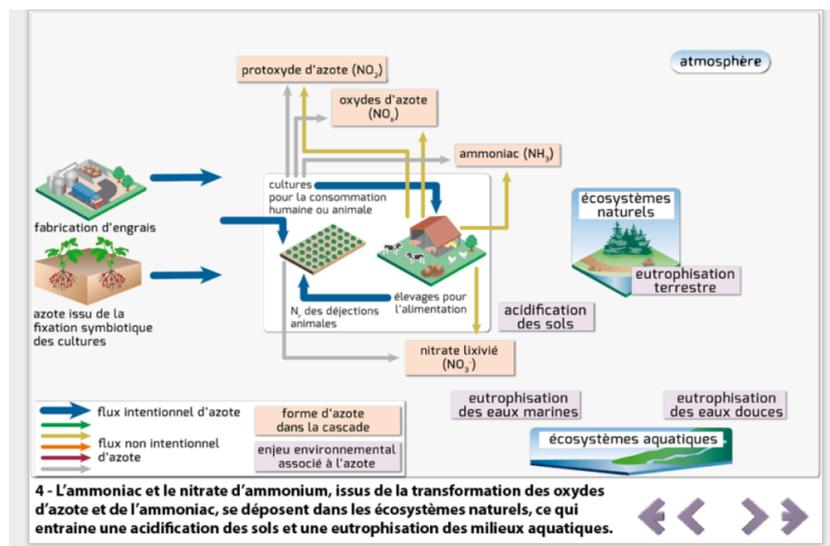


Figure 2 : Exemple d'illustration dynamique : « la cascade de l'azote ». Extrait de la ressource « Les enjeux agri-environnementaux de l'azote »

Ces ressources peuvent être valorisées pour de la formation à distance ou en présentiel, le formateur ayant la possibilité d'utiliser comme il le souhaite le contenu de ces ressources.

2.3 Logiciel pédagogique N'EDU

Le projet N'EDU a permis la création du logiciel N'EDU. C'est un logiciel pédagogique accessible en ligne basé sur AzoFert®. Avec une ergonomie repensée par et pour l'enseignement, il permet aux apprenants d'appréhender, par la manipulation, les principes de la méthode du bilan. Il concilie la puissance du modèle professionnel développé par l'INRA et le LDAR de l'Aisne avec la didactique nécessaire pour la formation.

Le logiciel N'EDU est constitué d'une interface web, d'un moteur de calcul et de fichiers de paramétrage. L'interface permet la saisie des données d'entrée et l'affichage des résultats. L'interprétation des données est réalisée par le moteur de calcul d'AzoFert® qui est hébergé au LDAR de l'Aisne. Les transferts des données se font sous forme de flux informatiques par web service. Le logiciel pédagogique N'EDU utilise le même moteur de calcul que celui utilisé en routine par le LDAR. Cette architecture permet l'intégration continue des évolutions du moteur et garantit que les utilisateurs bénéficient donc de la version la plus à jour d'AzoFert®. Le paramétrage est spécifique au logiciel pédagogique. Il intègre une liste de cultures, de sols et de climats limités mais permettant d'effectuer des calculs pour les situations les plus fréquemment rencontrées et pédagogiquement représentatives.

Il a été conçu afin d'être facilement utilisé dans le cadre d'une séance de formation dirigée par un enseignant. Il intègre deux profils au choix, enseignant ou apprenant, et un mode de connexion par session. Ainsi l'enseignant peut créer une session, saisir une situation exemple qui pourra être consultée par l'ensemble des apprenants se connectant à la même session. Les apprenants peuvent également saisir des situations, les dupliquer et faire varier des données d'entrée. L'enseignant peut suivre l'état d'avancement de chaque apprenant.

L'interface d'entrée intègre des info-bulles avec des commentaires adaptés au niveau de l'apprenant (Figure 3). Le contrôle de cohérence intégré à AzoFert® permet d'identifier les éventuels défauts ou erreurs de saisie (Figure 4). La visualisation des résultats peut se faire sous forme tabulaire ou graphique.

Le logiciel N'EDU permet notamment de simuler des situations diverses et de visualiser via des interfaces comparatives, les impacts des principaux facteurs sur les postes du bilan (Figure 5).

Il est accessible depuis l'adresse : www.nedu.fr après inscription et création d'un compte utilisateur.

Figure 3 : Interface de saisie du logiciel N'EDU



Figure 4 : Contrôle de cohérence

Poste du bilan d'azote	Essai azote kg N/ha	Stage 2017 kg N/ha
Besoin en azote de la culture	220	210
Azote restant dans le sol après la culture	22	37
Azote déjà absorbé pendant l'automne-hiver	0	0
Reliquat d'azote minéral dans le sol en sortie d'hiver	46	87
Minéralisation de l'humus	17	23
Arrière effet prairie		
Effet culture intermédiaire	7	14
Minéralisation des résidus du précédent	0	-3
Effet direct des amendements organiques	5	
Apports pluviométriques	2	4
Apports par l'irrigation	0	14
Fixation symbiotique	0	0
Lixiviation de l'azote du sol	2	4
Organisation microbienne de l'azote de l'engrais	5	14
Volatilisation de l'azote de l'engrais	0	11
Apport prévisionnel en engrais minéral	160	136

Figure 5 : Affichage des résultats comparatifs sous forme tabulaire

Conclusion

N'EDUa permis de faire le lien entre les opérateurs techniques, la recherche et l'enseignement. Bien que le projet ait rencontré des difficultés en cours de réalisation entraînant des retards, N'EDU est une réussite. Il a produit des ressources pédagogiques innovantes, mobilisables aussi bien en formation initiale que continue, adaptées à différents niveaux d'apprenants et utilisables lors de formations en présentiel ou à distance.

Les ressources produites ont pu être testées lors de sessions de formations. Les retours oraux des utilisateurs sont très positifs, notamment pour le logiciel pédagogique. L'ergonomie du logiciel a été jugée agréable et son interface est facile d'utilisation. La possibilité de comparer des situations afin d'illustrer l'impact d'une donnée d'entrée sur les postes du bilan est très appréciée.

Quant aux ressources en ligne Educagrinet, elles ont été également très appréciées tant au niveau de leur contenu que des illustrations et parce qu'elles reposent sur des connaissances récentes.

Des améliorations pourraient être réalisées afin d'assurer la pérennité de l'accès aux ressources produites et de prévoir l'intégration de nouvelles connaissances et l'enrichissement continu des ressources. Des échanges entre les utilisateurs du logiciel pédagogique pourraient permettre de faire évoluer l'outil.

Références bibliographiques

Machet J.M., Dubrulle P., Damay N., Philippon E., 2008. AzoFert® en bref. INRA ; LDAR ; RMT Fertilisation & Environnement.

Soltner D., 2014, Les bases de la production végétale Tome 1 - Le sol et son amélioration. Collection Sciences et techniques agricoles. 472 p.

Soltner D., 2011, Les bases de la production végétale Tome 2 - Le climat. Collection Sciences et techniques agricoles. 352 p.

Soltner D., 2015, Les bases de la production végétale Tome 3 - La plante et son amélioration. Collection Sciences et techniques agricoles. 352 p.

Comifer Groupe Azote., 2013. Calcul de la fertilisation azotée. Editions Comifer. 159 p.

Terres Inovia. Réglette Azote colza. www.regletetazotecolza.fr

Yara. Yara N-Tester. <http://www.yara.fr/fertilisation/outils-et-services/n-tester>

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)